

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-200575

(43)Date of publication of application : 31.07.1997

(51)Int.Cl.

H04N 5/208

(21)Application number : 08-005822

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 17.01.1996

(72)Inventor : SUGA KAZUYUKI

KUSAO HIROSHI

GAKO NOBUTOSHI

## (54) IMAGE DATA INTERPOLATION DEVICE

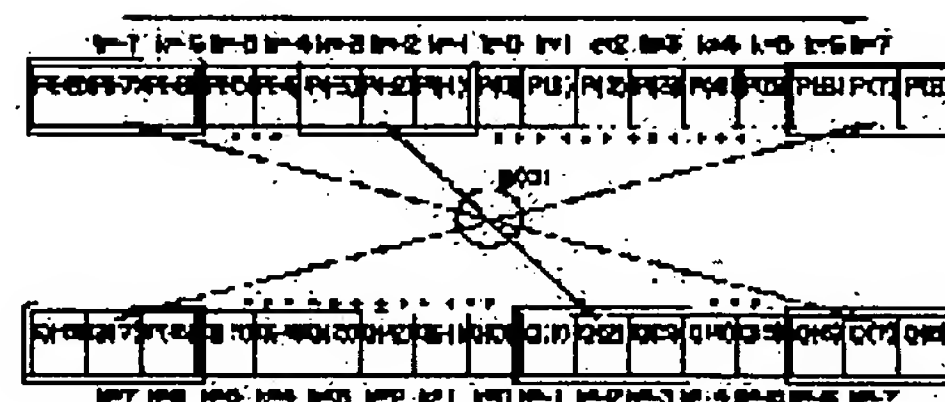
### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To conduct proper interpolation realizing smoothness even with respect to an edge at a shallow angle by deciding an interpolation direction based on correlation between pieces of block data consisting of sets of reference picture element data.

SOLUTION: A CPU reads picture element data A(-4)-A(4) and C(-4)-C(4) from a frame memory. Reference picture element data P(-8)-P(8) and Q(-8)-Q(8) are generated by interpolating image data consisting of averaged data of adjacent image data between the adjacent image data. Three consecutive reference picture element data P, Q each are used for one block and an inter-block correlation value is

calculated from a sum of differences of the blocked reference picture element data with respect to  $k$  ( $k=-7-7$ ). The value ( $k$ ) providing a minimum inter-block correlation value is decided as an optimum interpolation direction. An interpolation picture element data B(0) is obtained by calculating an equation  $B(0)=(P(k)+Q(-k))/2$  with the value ( $k$ ).

j-4	j-3	j-2	j-1	j	j+1	j+2	j+3	j+4
A(-4)	A(-3)	A(-2)	A(-1)	A(0)	A(1)	A(2)	A(3)	A(4)
B(-4)	B(-3)	B(-2)	B(-1)	B(0)	B(1)	B(2)	B(3)	B(4)
C(-4)	C(-3)	C(-2)	C(-1)	C(0)	C(1)	C(2)	C(3)	C(4)



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-200575

(43) 公開日 平成9年(1997)7月31日

(51) Int.Cl.<sup>9</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 4 N 5/208

H 0 4 N 5/208

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平8-5822

(22) 出願日 平成8年(1996)1月17日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 菅 和幸

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内

(72) 発明者 草尾 寛

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内

(72) 発明者 賀好 宜捷

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内

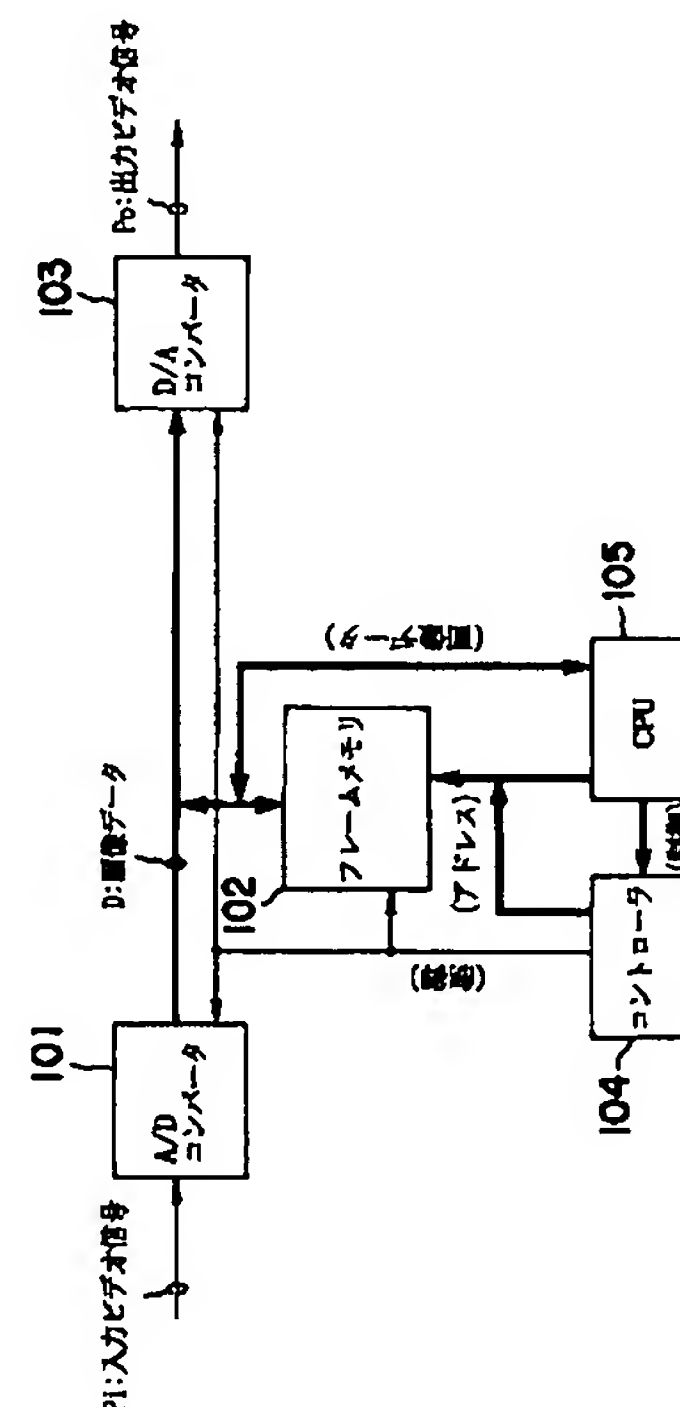
(74) 代理人 弁理士 藤本 博光

(54) 【発明の名称】 画像データ補間装置

(57) 【要約】

【課題】 補間ミスの発生を極力抑え、かつ浅い角度のエッジに対しても滑らかな高画質のフレーム画像をフィールド画像から導く。

【解決手段】 補間の際に参照される上下の走査線上で画素の水平方向の補間を行い、その複数の画素からブロックを構成して、上下の走査線上のブロック同士で相関を計算し、その相関値を補間される画素からブロックまでの距離(補間方向)を参照して補正したものを評価関数として最適な補間方向を選択する。また、補間後の画像データに対して補間された画素と、その周囲の画素との差を検出して補間ミスを判定し、補間ミスの場合は上下の画素による垂直方向の補間を行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 フレームデータの奇数番目または偶数番目の一方の走査線上の画素に対応する画素データを構成するフィールドデータから前記フレームデータの奇数番目または偶数番目の他方の走査線上の補間画素に対応する補間画素データを生成して前記フレームデータを生成する画像データ補間装置において、  
前記画像データ補間装置は、前記補間画素を起点として補間方向を定め、該補間方向に位置する前記画素データに基づいて前記補間画素に対応する補間画素データを生成することにより、前記フィールドデータを補間してフレームデータを生成するものであって、  
前記補間画素の上側に隣接する前記一方の走査線上の画素の列に対応する画素データの列を補間して第1の参照画素データの列を生成し且つ前記補間画素の下側に隣接する前記一方の走査線上の画素の列に対応する画素データの列を補間して第2の参照画素データの列を生成する参照画素データ生成手段と、  
前記第1の参照画素データの列を構成する連続した所定個数の参照画素データの集合からなる第1のブロックデータと前記補間画素データを挟んで前記第1のブロックデータに対向して前記第2の参照画素データの列を構成する連続した所定個数の参照画素データの集合からなる第2のブロックデータとの間の相関の演算結果に基づいて前記補間画素の補間方向を定める補間方向決定手段と、  
前記補間方向決定手段により定められた前記補間方向に位置し且つ前記補間画素の上側および下側に隣接する前記一方の走査線上の画素に対応する画素データに基づいて前記補間画素データを生成する補間画素データ生成手段と、を備えたことを特徴とする画像データ補間装置。

【請求項2】 フレームデータの奇数番目または偶数番目の一方の走査線上の画素に対応する画素データを構成するフィールドデータから前記フレームデータの奇数番目または偶数番目の他方の走査線上の補間画素に対応する補間画素データを生成して前記フレームデータを生成する画像データ補間装置において、  
前記画像データ補間装置は、前記補間画素を起点として補間方向を定め、該補間方向に位置する前記画素データに基づいて前記補間画素に対応する補間画素データを生成することにより、前記フィールドデータを補間してフレームデータを生成するものであって、  
前記補間画素データと該補間画素データに隣接または該補間画素データの近傍に位置する画素データとの比較に基づいて前記補間データの正当性を判定する判定手段と、  
前記判定手段による判定の結果に基づいて前記補間画素データを該補間画素データに隣接または該補間画素データの近傍に位置する画素の画素データから生成した補正データに置き換えて補間画素データを補正する相関値補

正手段と、を備えたことを特徴とする画像データ補間装置。

【請求項3】 補間方向決定手段は、補間方向に基づいた重みづけをして相関を演算することを特徴とする請求項1に記載の画像データ補間装置。

【請求項4】 判定手段は、2次微分または8方向ラプラシアンを用いて補間画素データと該補間画素データに隣接または該補間画素データの近傍に位置する画素データとの比較をすることを特徴とする請求項2に記載の画像データ補間装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ビデオテープレコーダ等で高品質な静止画を表示するための画像データ補間装置に関し、特にインターレース走査においてフィールド画像から画像データを補間してフレーム画像を生成する画像データ補間装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、インターレース走査方式を採用するビデオテープレコーダやビデオプリンタ等において静止画を表示する場合、第1フィールドの画像を補間処理してフレーム画像を生成することにより、第1フィールドと第2フィールドとの間の映像の時間上のずれを排除して高品質な1枚の静止画を表示している。この第1フィールドの画像を補間処理してフレーム画像を生成する従来の画像データ補間技術について、図7ないし図15を参照して説明する。

【0003】ここで、図7は、従来の画像データ補間技術を説明するための元のフィールド画像の一例を表す参考図であり、図8は、図7に○印でマークした元のフィールド画像の細部を説明するための拡大図である。図9は、フィールド画像の補間について、補間される画素を垂直方向に隣接した上下いずれかの画素で補間する方法について説明するための図であり、図10は補間される画素を垂直方向に隣接した上下の画素の平均値で補間する方法を説明するための図であり、図11は補間される画素の斜め方向の画素の相関性を使用して補間する方法を説明するための図である。図12は5方向の補間について説明するための図であり、図13は7方向の補間について説明するための図である。更に、図14および図15はそれぞれ相関を使用した補間方向判定に関する参考図である。

【0004】インターレース走査は、1枚のフレーム画像を時間を異にした2枚のフィールド画像に分けて、1回目の走査の軌跡の間を2回目の走査が埋めるように、2回に分けて走査して映像を映し出す走査方法である。2回に分けて映し出される2枚の画像は、人間の視覚特性上の残像効果により、1枚の画像として認識される。しかし、この2回に分けて送られてきた2枚のフィールド画像をそのままフレーム画像に変換して静止画を生成



する場合、カメラおよび被写体が完全に静止していれば問題はないが、いずれかが移動していると、フィールド画像間の時間上のずれにより、画像の奇数走査線と偶数走査線走査線との間で画像の連続性が損なわれ、第1フィールドの画像と第2フィールドの画像との間にずれが生じることになる。この結果、表示画像の品質が低下することとなる。

【0005】そこで、第1フィールドまたは第2フィールドのいずれか1枚のフィールド画像をもとにフレーム画像を導くことが考えられるが、この場合、図8に示すように、もともになるフィールド画像は、1本おきに走査線の間が空いているため画像データを補間をする必要がある。この補間の方法としては従来より種々のものが提案されており、その幾つかについて以下に説明する。尚、以下の説明において、 $B(0)$ は補間される画素データを表し、 $A(n)$ と $C(n)$ は補間の際に参照される上側および下側の水平走査線のそれぞれの参照画素データを表している。ただし、 $n$ は、画素データ $B(0)$ を基準とした水平走査線上の画素データの配列番号を表す。

【0006】その第一は単純に繰り返す方法であり、図9に示すように、フィールド画像の奇数の走査線1、走査線3、・・・のそれぞれの画像データをそのまま偶数の走査線2、走査線4、・・・の画像データとして補間する方法である。即ち、この方法によれば、

$$B(0)=A(0)$$

として補間する。当然のことながら、偶数の走査線から奇数の走査線を補間してもよい。この方法では、垂直方向の解像度が2分の1になり、斜線にギザギザが極めて目立つようになる。

【0007】次に、図10に示すように、補間すべき画素を上下の2つの画素の参照画像データの平均値で補間するがある。即ち、この方法によれば、

$$B(0)=(A(0)+C(0))/2$$

として補間する。この方法では、若干ギザギザは目立たなくなるが、エッジの劣化により画像がぼける印象を与えることになる。

【0008】更に、図11に示すように、エッジの方向性に注目し、補間すべき画素の垂直方向だけでなく右上から左下方向、および左上から右下方向の全部で3方向について、その方向の補間すべき画素を挟む2個の参照画素の画像データに対して差分を計算し、これが最小になる方向の2個の画素の画像データの平均値で補間する方法も知られている。即ち、この方法によれば、

$$B(0)=(A(-1)+C(1))/2$$

$$B(0)=(A(0)+C(0))/2$$

$$B(0)=(A(1)+C(-1))/2$$

の $B(0)$ のうち、最も小さい値を補間画素の画像データとして補間する。

【0009】ところが、画像にはかなり水平に近い傾斜

エッジもあり、この場合上記の3方向補間では十分に対応することができない。そこで、図12および図13に示すように、補間しようとする画素の上下の水平走査線により多くの参照画素を設定して、例えば5方向または7方向の画素を参照する必要があるが生じる。しかし、この場合、図13に示す $A(-3)$ と $C(3)$ 、または $A(3)$ と $C(-3)$ の如く、補間される画素 $B(0)$ から参照する画素が遠い程、画像的に関連がない画素であって、しかもその輝度が略一致することの可能性が高くなる。したがって、この場合、補間画素 $B(0)$ は隣接する画素とは不連続な全く異なる値で置き換えられる場合が生じ、画像上極めて目立つノイズとなって現れる。

【0010】このような従来の画像データ補間技術を改良したものとして特開平5-153562号公報に開示されているものが知られている。この画像データ補間技術は、図13に示すような7方向の補間を想定していて、まず補間がその6つの参照画素、図13では $A(-1)$ と $C(1)$ 、 $A(0)$ と $C(0)$ 、 $A(1)$ と $C(-1)$ を第一の領域としてそれぞれについて相関性を判断する。そして、この第1の領域における斜め方向、つまり $A(-1)$ と $C(1)$ もしくは $A(1)$ と $C(-1)$ に相関がある場合は、さらに浅い角度についても相関性を判断する。即ち、最初の段階で $A(1)$ と $C(-1)$ に相関があると判断されたならば、 $A(1)$ と $C(-1)$ 、 $A(2)$ と $C(-2)$ 、 $A(3)$ と $C(-3)$ を第二の領域としてそれぞれについて相関性を判断し、一方、 $A(-1)$ と $C(1)$ に相関性があると判断されたならば、 $A(-1)$ と $C(1)$ 、 $A(-2)$ と $C(2)$ 、 $A(-3)$ と $C(3)$ を第三の領域としてそれぞれについて相関性を判断し、最も相関性が強いものを判断して補間画素データを決定している。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、これら従来の画像データ補間技術によれば、必ずしも正確な補間が行われない場合があり、結果として得られた補間画像では本来滑らかな輪郭線に凹凸が発生し、補間ミスのノイズが目につくことが少なくない(正当でない補間が行われること、またそのようにして補間された画素を、以後「補間ミス」と記す)。その理由として、第一に、画像のエッジは常に実際の画素に沿って存在しているわけではないことが挙げられる。たとえば、図14に示す画像において $B(0)$ を補間する場合を考える。この場合、直線 $L$ が $A(0)$ と $A(1)$ との境界部分から $C(-1)$ と $C(0)$ との境界部分を横切っていて、 $A(3)$ と $C(-3)$ に全く同じ画像データの点が存在しているとする。このような状態の画像は、解像度が印刷等と比べて高くないNTSC方式のテレビ画像等をデジタル化して取り扱っている場合に十分有り得る。

【0012】ここで、 $A(0)$ 、 $A(1)$ 、 $C(-1)$ 、 $C(0)$ の画素データをそれぞれ、5、5、6、

3とし、一方、A(3)、C(-3)の画像データをxとする。また、他の参照画素との相関が低いとする。このような場合、A(0)とC(0)との差分値は2であり、また、A(1)とC(-1)との差分値は1であって、A(3)とC(-3)との差分値よりも大きく計算される虞れが生じる。即ちこの場合、A(0)とC(0)との相関、およびA(1)とC(-1)との相関が、A(3)とC(-3)との相関より小さいと判定され、結果的にB(0)が、相関が必ずしも高くないA(3)とC(-3)との画像データの平均値で補間されるという問題があった。また、先に述べた特開平5-153562号公報の方法によっても、第一段階の判定で斜線と判定されるため、同様の問題を有している。

【0013】第二に、特開平5-153562号公報に開示された方法によると、第一の例とは逆に、A(3)とC(-3)とで補間するのが正しい場合であっても、誤ってA(0)とC(0)で補間される場合がある。即ち、この方法によれば、図15に示すA(0)とC(0)、A(-1)とC(1)、A(1)とC(-1)との第一の領域における3方向の相関において、斜め方向の相関が検出されない場合には、第二および第三の領域での相関を調べることをしない。このため、浅い角度のエッジの場合、A(-3)とC(3)との相関が最も強いにもかかわらず、補間画素データを生成するための参照画素として採用されない場合が生じるという問題があった。

【0014】本発明は、かかる問題点に鑑みてなされたものであって、浅い角度のエッジに対しても滑らかさを実現する適切な補間を行い、さらにこの補間後に補間ミスによって発生したノイズを検出して取り除くことにより、補間ミスの発生を極力抑えて、1枚のフィールド画像データから高品質なフレーム画像データを合成することのできる画像データ補間装置を提供することを課題としている。

【0015】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決達成するために、本発明は次の構成を有する。請求項1記載の画像データ補間装置は、フレームデータの奇数番目または偶数番目の一方の走査線上の画素に対応する画素データを構成するフィールドデータから前記フレームデータの奇数番目または偶数番目の他方の走査線上の補間画素に対応する補間画素データを生成して前記フレームデータを生成する画像データ補間装置において、前記画像データ補間装置は、前記補間画素を起点として補間方向を定め、該補間方向に位置する前記画素データに基づいて前記補間画素に対応する補間画素データを生成することにより、前記フィールドデータを補間してフレームデータを生成するものであって、前記補間画素の上側に隣接する前記一方の走査線上の画素の列に対応する画素データの列を補間して第1の参照画素データの列を生成し且つ

前記補間画素の下側に隣接する前記一方の走査線上の画素の列に対応する画素データの列を補間して第2の参照画素データの列を生成する参照画素データ生成手段と、前記第1の参照画素データの列を構成する連続した所定個数の参照画素データの集合からなる第1のブロックデータと前記補間画素データを挟んで前記第1のブロックデータに対向して前記第2の参照画素データの列を構成する連続した所定個数の参照画素データの集合からなる第2のブロックデータとの間の相関の演算結果に基づいて前記補間画素の補間方向を定める補間方向決定手段と、前記補間方向決定手段により定められた前記補間方向に位置し且つ前記補間画素の上側および下側に隣接する前記一方の走査線上の画素に対応する画素データに基づいて前記補間画素データを生成する補間画素データ生成手段と、を備えて構成されている。

【0016】請求項2記載の画像データ補間装置は、フレームデータの奇数番目または偶数番目の一方の走査線上の画素に対応する画素データを構成するフィールドデータから前記フレームデータの奇数番目または偶数番目の他方の走査線上の補間画素に対応する補間画素データを生成して前記フレームデータを生成する画像データ補間装置において、前記画像データ補間装置は、前記補間画素を起点として補間方向を定め、該補間方向に位置する前記画素データに基づいて前記補間画素に対応する補間画素データを生成することにより、前記フィールドデータを補間してフレームデータを生成するものであって、前記補間画素データと該補間画素データに隣接または該補間画素データの近傍に位置する画素データとの比較に基づいて前記補間データの正当性を判定する判定手段と、前記判定手段による判定の結果に基づいて前記補間画素データを該補間画素データに隣接または該補間画素データの近傍に位置する画素の画素データから生成した補正データに置き換えて補間画素データを補正する相関値補正手段と、を備えて構成されている。

【0017】請求項3記載の画像データ補間装置は、請求項1に記載の画像データ補間装置の補間方向決定手段が、補間方向に基づいた重みづけをして相関を演算するように構成されている。

【0018】請求項4記載の画像データ補間装置は、請求項2に記載の画像データ補間装置の判定手段が、2次微分または8方向ラプラシアンを用いて補間画素データと該補間画素データに隣接または該補間画素データの近傍に位置する画素データとの比較をするように構成されている。

【0019】請求項1および請求項3記載の画像データ補間装置によれば、参照データ生成手段は、たとえば補間画素の上側に隣接する走査線上の隣り合った画素データの間にこれらの平均値をとったものを加えて第1の参照画素データの列を生成し、同様に補間画素の下側に隣接する走査線上の隣り合った画素データの間にこれらの



平均値をとったものを加えて第2の参照画素データの列を生成して、水平方向の参照画素データを増やす。つぎに、補間方向決定手段は、補間画素の上側の走査線上の第1のブロックデータと補間画素との延長線上にある下側の走査線上の第2のブロックデータとの間の相関を各補間方向について演算し、さらにこの演算結果を補間方向に応じた重みづけをして最適な補間方向を決定する。補間画素データ生成手段は、決定された補間方向に位置する画素データを用いて補間画素の補間画素データを生成する。

【0020】請求項2および請求項4記載の画像データ補間装置によれば、判定手段は、2次微分または8方向ラプラシアンを用いて補間画素データと該補間画素データの画素の周辺（隣接または近傍）に位置する画素の画素データとを比較して正当性（補間ミス）を判定する。この判定の結果、補間画素データが正当でない場合、相関値補正手段は、補間画素の周辺画素の画素データから補正データを生成し、この補正データで補間画素データを置き換えることにより補間し直す。

【0021】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態にかかる画像データ補間装置および補間方法について図1から図6を参照して説明する。図1は、本発明の実施形態例にかかる画像データ補間装置の構成を表すブロック図である。また、図2は、補間しようとする画素の周辺の画素の画素データの配列を表す画像データ配列図であり、図3は、図2に示す画像データから参照画像データを得る水平方向補間処理を説明するための説明図である。さらに、図4は、図3に示す参照画像データから相関値を算出する方法を説明するための説明図であり、また、図5は、画像データの補間ミスを説明するための説明図である。さらにまた、図6は、本発明における補間処理の流れを説明するためのフローチャートである。

【0022】まず、図1に示すように、本実施形態にかかる画像データ補間装置は、入力ビデオ信号 $P_i$ を入力し、この入力ビデオ信号 $P_i$ をデジタル化して画像データ $D$ を生成するA/Dコンバータ101と、A/Dコンバータ101によりデジタル化して得られた1フレーム分の画像データ $D$ を蓄えるフレームメモリ102と、後述するコントローラに制御されてフレームメモリ102から転送された画像データ $D$ をD/A変換して出力ビデオ信号 $P_0$ を生成するD/Aコンバータ103と、後述

$$P(k)=A(k/2)$$

$$P(k)=(A((k-1)/2)+A((k+1)/2))/2$$

$$Q(k)=C(k/2)$$

$$Q(k)=(C((k-1)/2)+C((k+1)/2))/2$$

を計算してCPU105内部のRAMに蓄える。以下、画素データ $A(-4) \sim A(4)$ および $C(-4) \sim C(4)$ から、参照画素データ $P(-8) \sim P(8)$ および $Q(-8) \sim Q(8)$ を生成する処理を水平方向補間

するCPUの制御の下にA/Dコンバータ101、D/Aコンバータ103およびフレームメモリ102の動作を制御するコントローラ104と、A/Dコンバータ101によりデジタル化してフレームメモリ102に格納された画像データ $D$ の相関演算処理等を実行すると共に前記フレームメモリ102およびコントローラ104の動作を制御するCPU105とを具備して構成されている。ここで、入力ビデオ信号 $P_i$ をデジタル化して得られる画像データ $D$ として輝度データを想定して説明することとする。なお、CPU105は、相関演算データを格納するためのRAMおよび制御プログラムを格納したROMを内蔵したものとなっている。

【0023】以下、このように構成された本実施形態例にかかる画像データ補間装置の動作と補間方法について、図1から図6を参照しながら説明する。この画像データ補間装置は、すでに存在する1枚のフィールド画像の「 $\dots, i-1, i+1, \dots$ 」の行の画素データから「 $\dots, i-2, i, i+2, \dots$ 」の行の画素データを生成するものとし、説明の簡略にするため、図2に示す第 $i$ 行 $j$ 列の画素（以下、補間画素と記す）の画素データ（以下、補間画素データと記す） $B(0)$ を生成して補間する場合について、図6に示すフローチャートに従って説明する。

【0024】まず、図1において、入力されたビデオ信号 $P_i$ は、A/Dコンバータ101によってデジタルデータである画像データ $D$ に変換される。変換して得られた画像データ $D$ のうち、1フレーム分の画像データ $D$ が、コントローラ104の制御によりフレームメモリ102に入力される。フレームメモリ102は、入力した1フレーム分の画像データのうち第1フィールドを構成する画素データを奇数行アドレスに、また第2フィールドを構成する画像データを偶数行アドレスに対応付けて格納する。

【0025】つぎに、図1に示すCPU105は、フレームメモリ102から、図2に示す第 $i-1$ 行の画素データ $A(-4) \sim A(4)$ を読み出す。そして、図3に示すように、隣り合った画像データの間それぞれにそれらの平均値からなる画像データを補間して、参照画素データ $P(-8) \sim P(8)$ を新たに生成する。同様に画素データ $C(-4) \sim C(4)$ から、参照画素データ $Q(-8) \sim Q(8)$ を生成する（ステップS1）。

【0026】すなわち、

$$(k=-8, -6, -4, -2, 0, 2, 4, 6, 8)$$

$$(k=-7, -5, -3, -1, 1, 3, 5, 7)$$

$$(k=-8, -6, -4, -2, 0, 2, 4, 6, 8)$$

$$(k=-7, -5, -3, -1, 1, 3, 5, 7)$$

処理と称す。

【0027】つぎに、水平方向補間処理により得られた参照画素データ $P(\cdot)$ および $Q(\cdot)$ を、図4に示すように、それぞれ連続した3個の画像データを1ブロッ

クとし、このブロックで区切られた参照画素データの差分和からブロック間相関値 $S(k)$ を各 $k$ に対して計算

$$S(k) = |P(k-1)-Q(-k-1)| + |P(k)-Q(-k)| + |P(k+1)+Q(-k+1)|$$

$$(k=-7,-6,-5,-4,-3,-2,-1,0,1,2,3,4,5,6,7)$$

を演算して、ブロック間相関値 $S(k)$ を求める。

【0028】このブロック間相関値 $S(k)$ に対して更

$$T(k) = \alpha(k)S(k) + \beta(k) \quad (k=-7,-6,-5,-4,-3,-2,-1,0,1,2,3,4,5,6,7)$$

を演算して、補正ブロック間相関値 $T(k)$ を得る（ステップS3）。そして、この補正ブロック間相関値 $T(k)$ の最小値を与える $k$ を最適な補間方向として定める（ステップS4）。ここで、ブロック間相関値 $S(k)$ から補正ブロック間相関値 $T(k)$ を得る過程で導入される補正係数 $\alpha(k)$ および $\beta(k)$ は、 $k$ の絶対値の増加に伴って増加する補正值であり、これにより $k$ が異なる2つ以上のブロック間相関値 $S(k)$ が等しいか、または僅かな差しかないときには、垂直方向、即ち0に近い方の $k$ を優先的に採用して補間方向を定める。

【0029】また、参照画素データを3個ずつブロック化して得られるブロック間相関値 $S(k)$ は、1画素ずつ比較して得られる相関値よりも、相関が少ない場合の相関値がはるかに大きくなる。このため、補正係数 $\alpha(k)$ および $\beta(k)$ により垂直方向の補間を優先するように補正係数を定めたとしても、斜め方向の補間方向の選択も適切に行われ、浅い斜め方向の補間も適切に行われる。なお、ブロック間相関値 $S(k)$ を算出する際にブロック化される参照画素データ数は、3個に限定されるものではなく、必要に応じて適切な個数を設定すればよい。

【0030】こうして得られた最適な補間方向を与える $k$ を用いて、

$$B(0) = (P(k)+Q(-k))/2$$

を演算して、補間画素データ $B(0)$ を得る（ステップS5）。そして、この補間画素データ値 $B(0)$ を、図2に示す第 $i$ 行 $j$ 列の補間画素に対応するフレームメモリ102の所定のアドレスに格納する（ステップS6）。

【0031】同様にして、処理の対象とする画素を移動して、図2に示す第 $i$ 行のすべての画素について、順次繰返し補間画素データを求め、フレームメモリ102の対応する所定のアドレスに格納して1行分の補間された画素データを得る（ステップS7～ステップS8～ステップS1～ステップS7）。ここで、補間に必要な画素データ $A(\cdot)$ および $C(\cdot)$ のフレームメモリ102からの読み出しと、水平方向補間処理は、処理対象の画素を移動したことにより新たに必要になった分だけ行えばよい。

【0032】さて、以上の補間処理（ステップS1～ステップS8）により得られたフレーム画像についてさえも、補間結果が100%正当であるとは言えず、わずか

する（ステップS2）。すなわち、

に、

ながら補間ミスが生じる場合がある。そこで次に、このわずかながら起こり得る補間ミスを補正する処理（以下、補正処理と記す）について説明する。この補正処理は、補間ミスにより補間された画素の画像データを検出して判定するステップ（ステップS9）と、補間ミスが検出された画像データを正当な補間データに置き換えるステップ（ステップS10）とからなる。

【0033】まず、補間ミスにより生成された補間画素データを検出するステップについて説明する。通常、カメラ等の視覚センサによって取り込まれた画像は、視覚センサの光学系や撮像素子の特性に起因して、被写体が細かい水玉模様のような場合であっても、周囲の画素との境界にある程度のぼけを伴っている。しかし、補間ミスが生じると、その境界は、補間処理によって合成的に生成されるため、極めて明瞭になるという特徴がある。以下に説明する補正処理は、この特徴に着目したものであり、この特徴の有無を検出して補間ミスが生じたか否かを判定するものである。

【0034】いま、図5に示す画素データ配列の第 $i$ 行 $j$ 列の補間画素データ $B(0)$ が補間ミスにより生成された画素データであるとして、この補間画素データ $B(0)$ を補正処理する場合について考える。同図において、第 $i$ 行の画素データは補間処理により得られたものであり、以下に説明する補正処理は、補間処理により得られた行の画素データについてのみ行われる。

【0035】図1に示すCPU105は、フレームメモリ102から図5に示す画素データ $A(-1) \sim A(1)$ 、 $B(-1) \sim B(1)$ 、および $C(-1) \sim C(1)$ を読みだし、以下の演算式から、評価値 $d$ を算出する。

$$d = |-A(0)+2*B(0)-C(0)| * |-B(-1)+2*B(0)-B(1)| * |-A(-1)+2*B(0)+C(1)| * |-A(1)+2*B(0)+C(-1)|$$

ここで、評価値 $d$ は、垂直方向、水平方向、左斜め上から右斜め下方向、右斜め上から左斜め下方向にそれぞれ2次微分を計算してその絶対値を掛け合わせたものであり、補間画素データ $B(0)$ が周囲の画素の画素データから孤立している度合いを表す。

【0036】一般に、図5に示すように、補間ミスが発生した場合、周囲の画素に比較して画像レベルが大きく異なったものになる。この場合、評価値 $d$ は極めて大きな値を示すので、この評価値 $d$ が所定の閾値を上回る画素データは、補間ミスにより生成されたものとみることができ、これにより補間処理により得られた画素データ



の正当性を容易に判定（以下、補間正当性判定という）することができる（ステップS9）。また、補間ミスの検出能力は若干落ちるとしても、評価値dとして、  

$$d = |8 \cdot B(0) - A(-1) - A(0) - A(1) - B(-1) - B(1) - C(-1) - C(0) - C(1)|$$

のように、8方向ラプラシアンを使用してもよい。

【0037】つぎに、補間正当性判定において補間ミスが検出され、補間が正当ではないと判定された場合、補間ミスが検出された補間画素データを垂直方向の画像データで置き換える（ステップS10）。すなわち、補間ミスが検出された補間画素の補間画像データを、

$$B(0) = (A(0) + C(0)) / 2$$

により得られる補間データで置き換える。この場合、補間データは、補間ミスが検出された補間画素の上下に隣接する画素データの平均値となる。

【0038】同様にして、補間処理により生成された図2に示す第i行のすべての画素データについて補正処理（ステップS9～ステップS10）を行うことにより、補間処理（ステップS1～ステップS8）において発生した補間ミスが補正された1行分の画素データが得られる。さらに、同様にして、上述した補間処理と補正処理とを補間しようとする各行毎に繰り返して行い、最終的に1フィールド分の画像データから1フレーム分の画像データが生成されてフレームメモリ102に与えられる。この結果、フレームメモリ102には補間ミスが補正されたノイズが目立たない1フレーム分の画像データが格納される。

【0039】補間処理と補正処理からなる一連の画像データ補間処理により1フレーム分の画像データが得られると、CPU105は、コントローラ104を介してフレームメモリ102およびD/Aコンバータ103を制御し、フレームメモリ102に格納された1フレーム分の画像データをD/Aコンバータ103により出力ビデオ信号P<sub>0</sub>に変換してこの装置から外部に出力する。

【0040】上述した補正処理は、1行ごとに補間処理と補正処理を繰り返して1フィールド分の補間された画像データを処理するようにしたが、1フィールド分の全ての画素データに対して補間処理を行った後に、一括して補正処理をするようにしてもよく、また、補間処理により十分な品質の画像が得られれば、補正処理を省略してもよい。

【0041】また、画素データから補間処理に使用する参照画素データを生成する水平方向補間処理において、隣接する画素データの間を、これら隣接する画素データの平均値からなるデータで補間して参照画素データを準備したが、この水平方向補間処理において画素データを補間するデータの数は幾つに増やしてもよく、また、処理の簡略化のために、参照画素データP(・)およびQ(・)を準備することなく、直接的に画素データA(・)およびC(・)に対して同様の処理を施して補間

方向を求めてもよい。

【0042】さらに、本実施形態例の画像データ補正装置を構成するCPU105が、内部のROMに格納されたプログラムに従って相関計算等を実行するものとなっているが、本発明の本質はこの計算の実行手段に制約されるものではない。すなわち、この計算処理を他のハードウェアによって実現してもよく、また、パソコンやワークステーションによりソフトウェアで同様の補間処理をすべて実行するように構成してもよい。

【0043】さらにまた、本実施形態例の説明において、画像データとして輝度データを想定したが、カラー画像では色差信号についても補間処理する場合には、輝度データを処理して求められる補間方向と同じ方向のデータを参照して補間処理を行えばよい。

【0044】上述した本実施形態例の画像データ補間装置によれば、隣接した画素データの平均値で補間して得られるP(・)およびQ(・)を参照画素データとして用意して、補間の方向を定めるので、実際のエッジとは関連のない画素データを参照画素データとして誤って補間処理する可能性が低くなる。また、隣接した3つの画素データからなるブロックごとに、補間しようとする画素の周囲の画素の状態を反映させて相関を求めるので、単純に上下に隣接する2画素の差分から相関を求める場合に比較して、補間ミスが減少する。

【0045】また、本実施形態例の画像データ補正装置によれば、垂直方向が優先されるように補正された評価関数T(k)から補間方向を求めるので、どの方向についても相関性が認められない場合、または正当な補間方向でないにもかかわらず正当な補間方向の差分値に対して僅差で最小値を示しているような場合、垂直方向の補間が行われる確率が高くなり、より近くの画素の画素データを参照して補間するので、補間ミスの発生が低減される。

【0046】さらに、本実施形態例の画像データ補正装置によれば、フレームメモリ102の後方にD/Aコンバータ103が接続されており、静止画表示装置として機能するが、このD/Aコンバータ103の代わりにプリンタエンジンを接続すれば、高画質なプリントが可能でビデオプリンタを実現することができる。

【0047】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、以下の効果を得ることができる。すなわち、請求項1記載の発明によれば、補間画素を挟んで対向する2つの参照画素データのブロックの相関値から補間方向を定めるので、正確な補間方向を決定することができ、補間処理における補間ミスを著しく低減させることができる。

【0048】また、請求項2記載の発明によれば、補間ミスにより生成された画素データを検出して、この画素データの周辺（隣接または近傍）に位置する画素データから生成した補間データで置き換えるので、補間処理に



において発生した補間ミスによる視覚上のノイズを事実上排除することができる。

【0049】さらに、請求項3記載の発明によれば、補間方向に基づいた重みづけをして相関を判断し、この判断に基づいて補間するので、浅い角度のエッジに対しても凹凸が少なく、なめらかな補間を実現することができる。

【0050】さらにまた、請求項4記載の発明によれば、補間処理により得られた画素データの補間ミスを判断するにあたり、2次微分または8方向ラプラシアンを用いて補間により得られた画素データの孤立性を表す評価値を算出して判断するので、補間ミスに対してこの評価値が極めて大きな値を示し、補間ミスの判定を容易に行うことができる。

【0051】従って、請求項1から請求項4記載の本発明によれば、補間ミスが極めて少なく且つ補間ミスに起因した視覚上のノイズを事実上排除することができるので、1枚のフレームデータから極めて高画質な静止画像のフレームデータを得ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態例にかかる画像データ補間装置の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の実施形態例にかかる画像データ補間装置により補間される画素を中心とする周辺画素の配列を表す画素配列図である。

【図3】本発明の実施形態例にかかる画像データ補間装置による参照画素データの生成を説明するための図である。

【図4】本発明の実施形態例にかかる画像データ補間装置による相関値の算出方法を説明するための説明図である。

【図5】本発明の実施形態例にかかる画像データ補間装

置による補間ミスを説明するための説明図である。

【図6】本発明の実施形態例にかかる画像データ補間装置による補間処理および補正処理の流れを説明するためのフローチャートである。

【図7】従来の技術を説明するための元のフィールド画像を表す参考図である。

【図8】従来の技術を説明するための元のフィールド画像の細部を説明するための説明図である。

【図9】補間される画素を垂直方向に隣接した上下いずれかの画素で補間する従来の補間方法を説明するための説明図である。

【図10】補間される画素を垂直方向に隣接した上下の画素の平均値で補間する従来の補間方法を説明するための説明図である。

【図11】補間される画素の斜め方向の画素の相関性を使用して補間する従来の補間方法を説明するための説明図である。

【図12】5方向の補間について説明するための説明図である。

【図13】7方向の補間について説明するための説明図である。

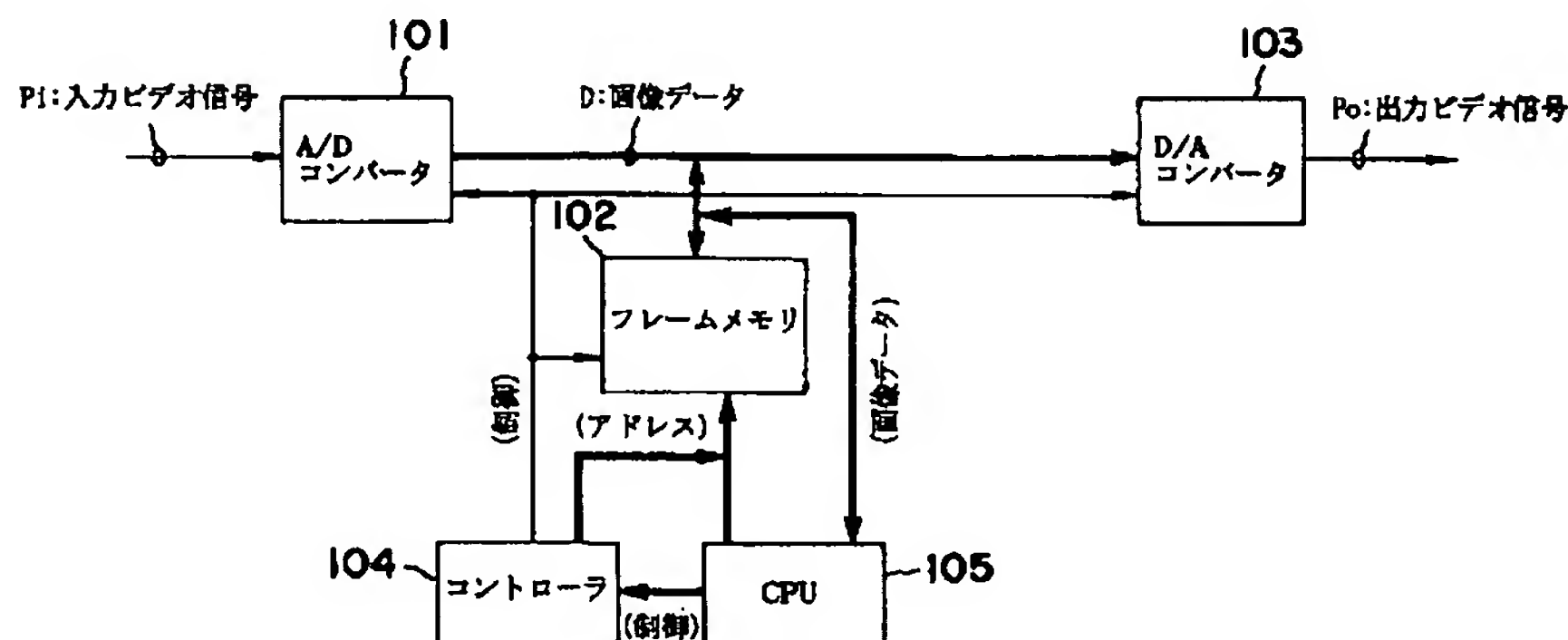
【図14】相関を使用した補間方向判定に関する参考図である。

【図15】相関を使用した補間方向判定に関する参考図である。

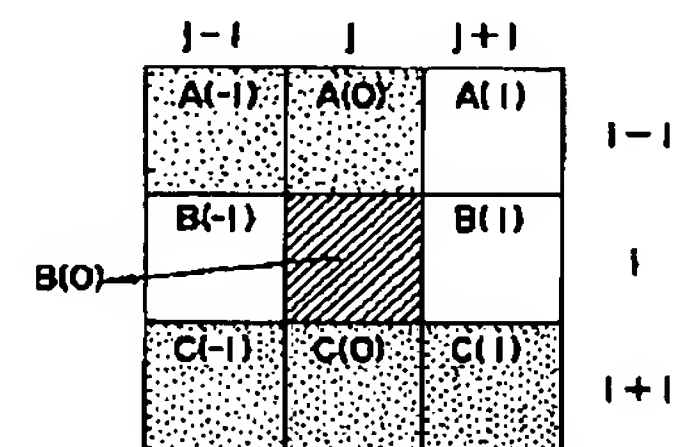
#### 【符号の説明】

- 101 A/Dコンバータ
- 102 フレームメモリ
- 103 D/Aコンバータ
- 104 コントローラ
- 105 CPU

【図1】



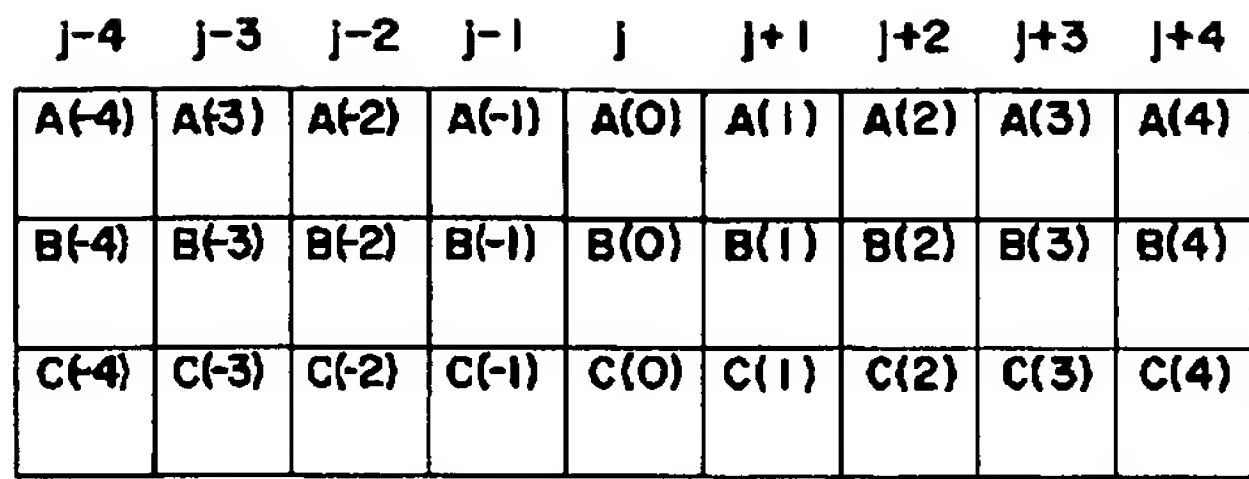
【図5】



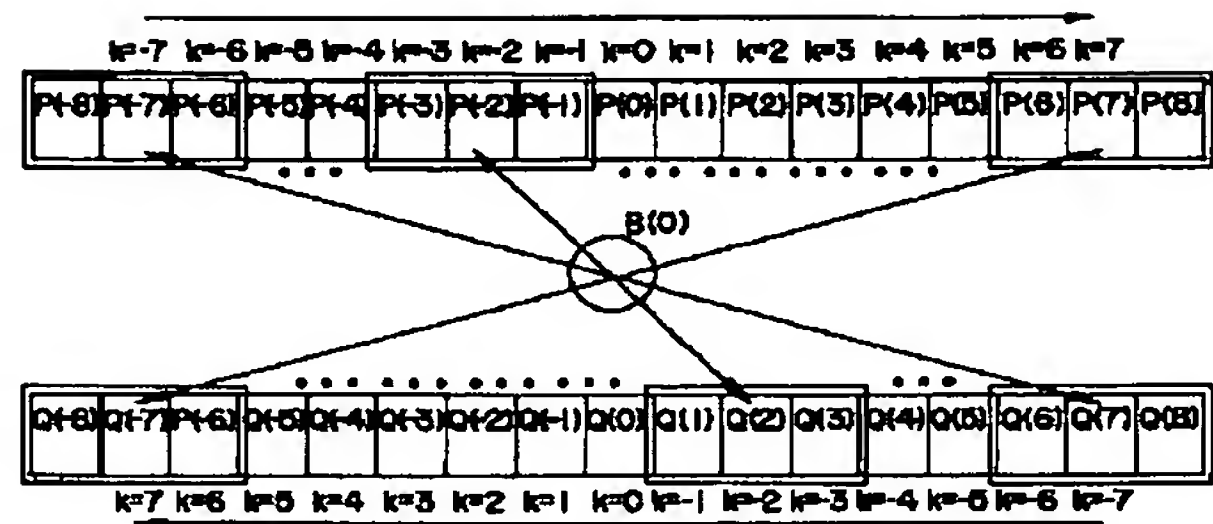
【図7】



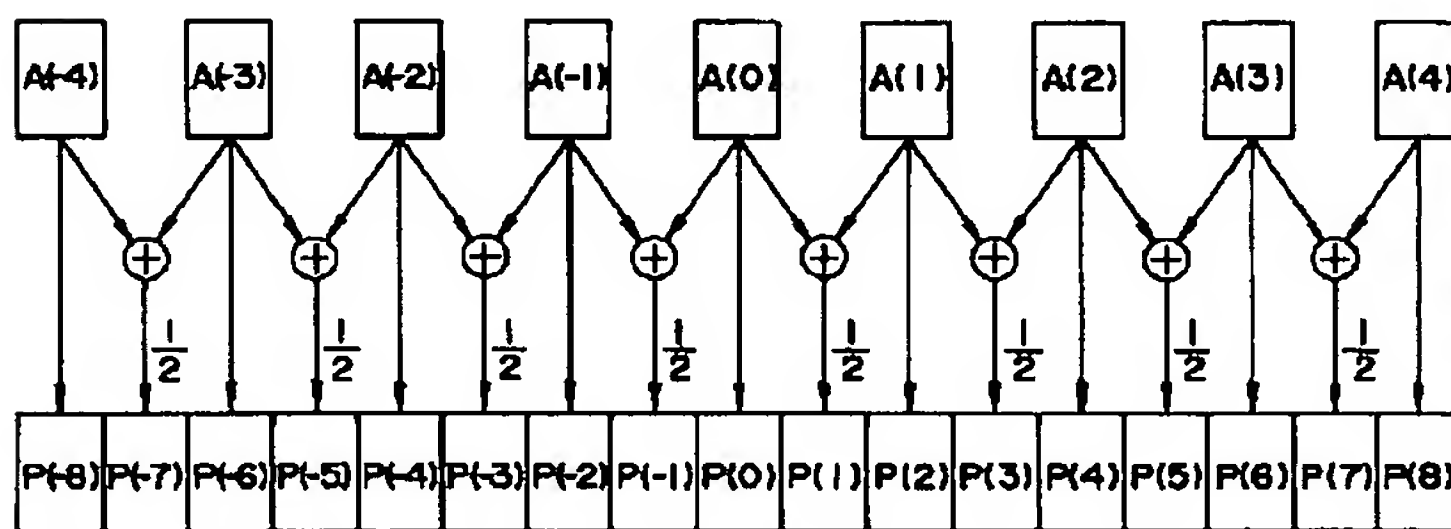
【図2】



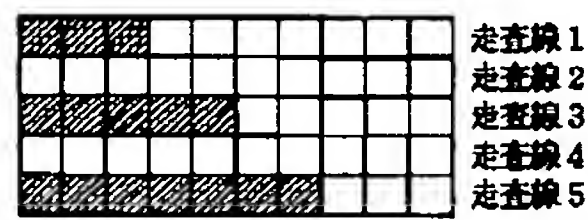
【図4】



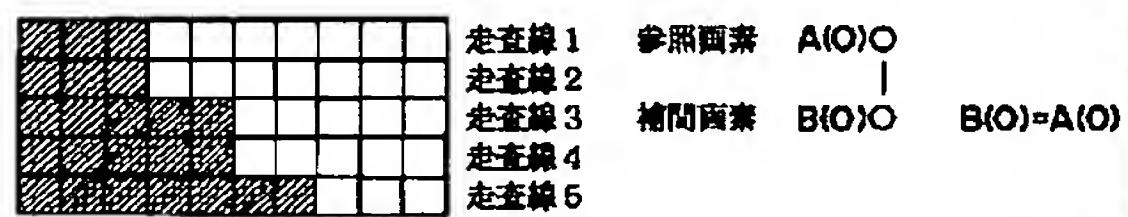
【図3】



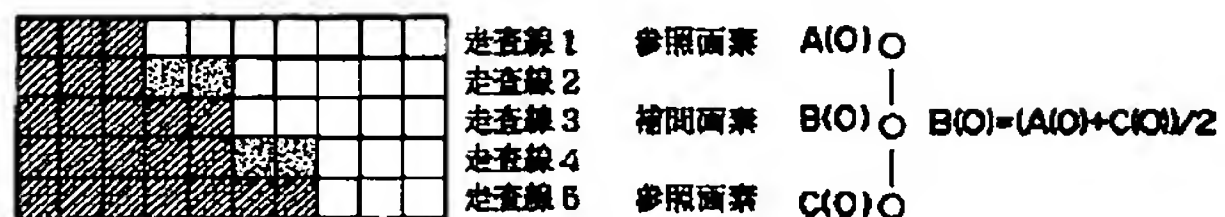
【図8】



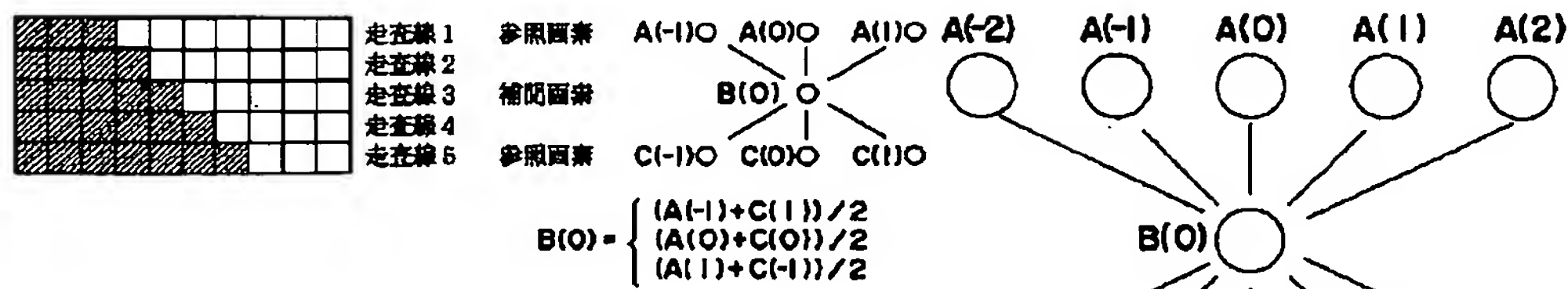
【図9】



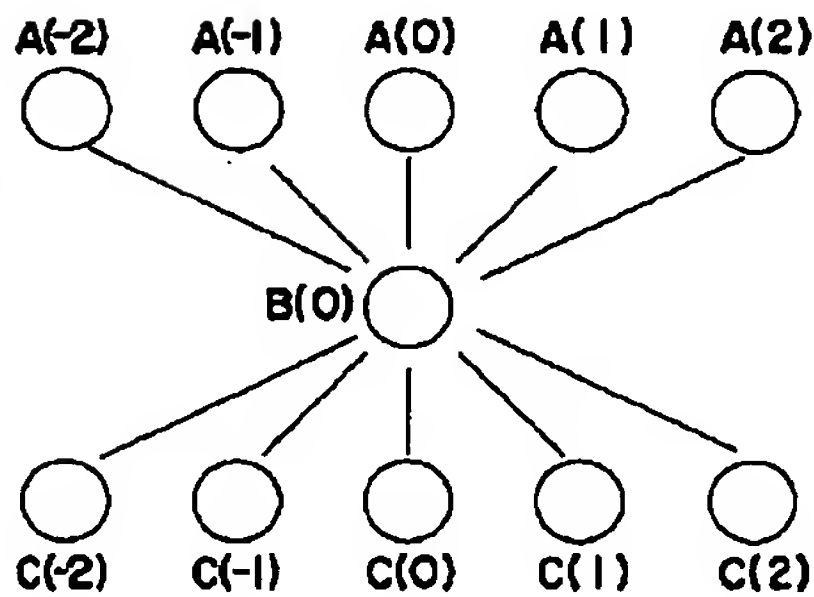
【図10】



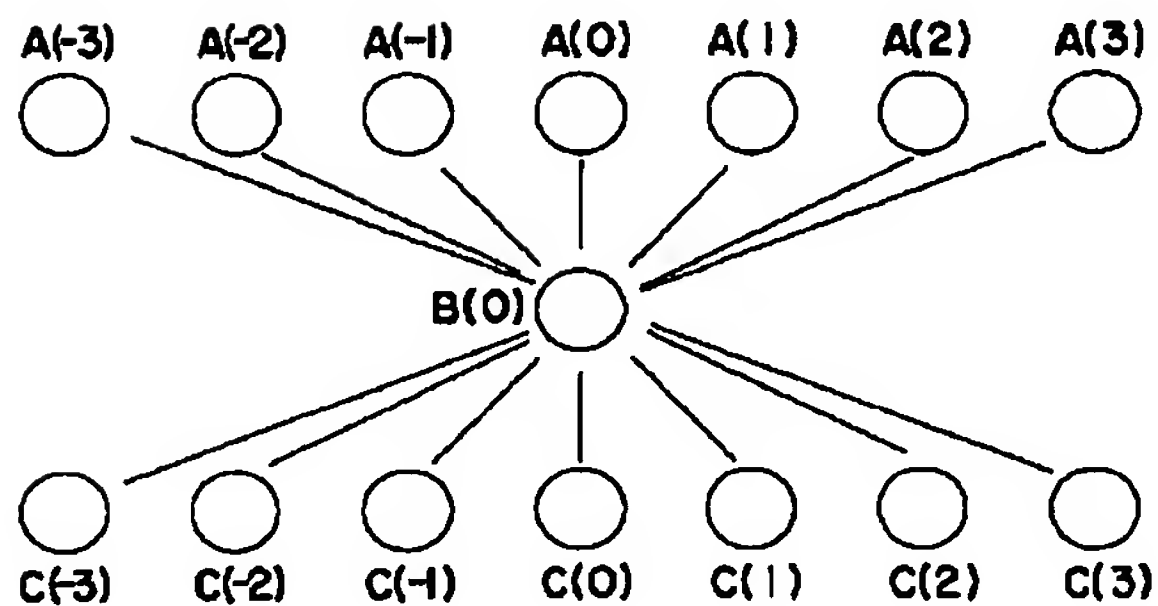
【図11】



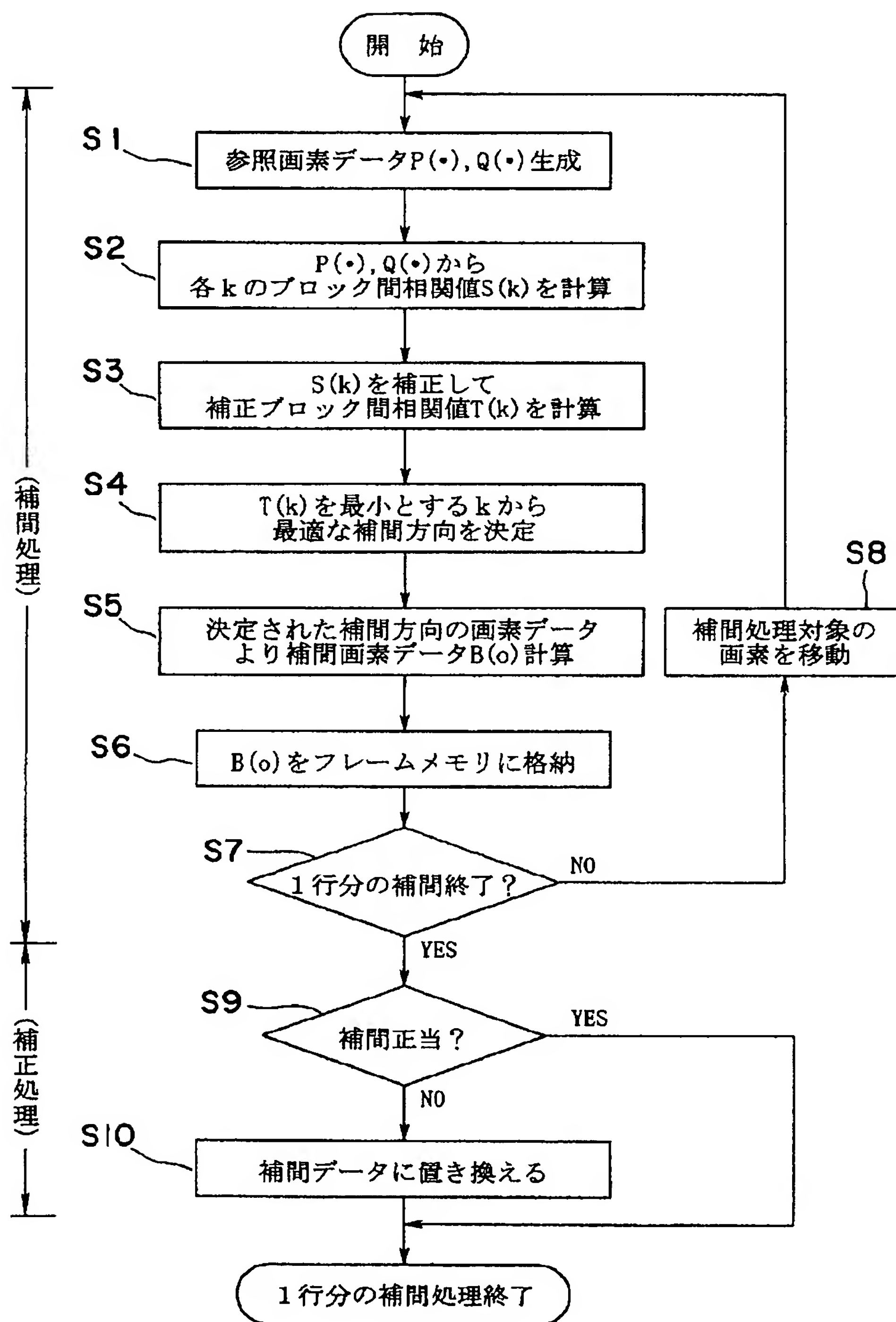
【図12】



【図13】

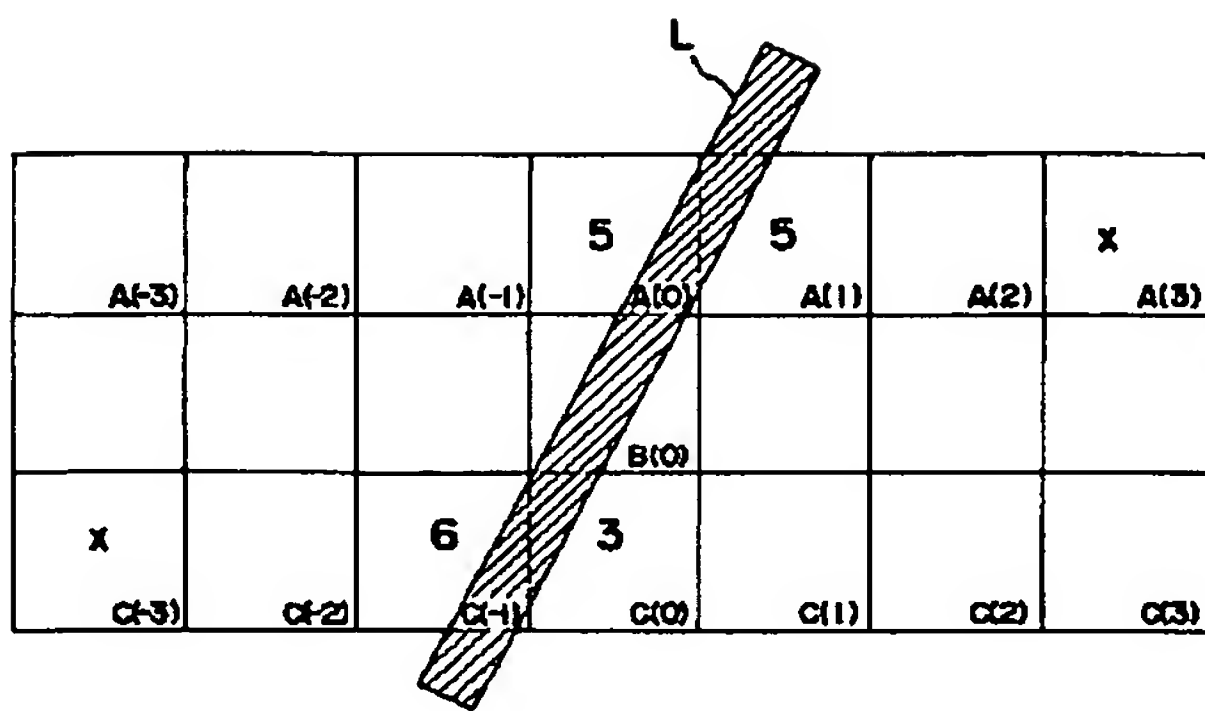


【図6】





【図14】



【図15】

